

**Beschreibung**

Verfahren und Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einem Impulsladeventil, das in einem Saugrohr angeordnet ist.

10 Aus der DE 102 00 533 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine bekannt. Die Brennkraftmaschine hat einen Sammler, von dem ein Saugrohr hin zu einem Einlass eines Zylinders der Brennkraftmaschine geführt ist. Ein Gaseinlassventil ist an dem Einlass des Zylinders  
15 angeordnet. Ein Impulsladeventil ist stromaufwärts des Gas- einlassventils in dem Saugrohr angeordnet. Abhängig von der Schaltstellung des Impulsladeventils gibt es das Saugrohr frei oder verschließt es. Ferner ist ein Einspritzventil vorgesehen, welches den Kraftstoff zumisst. Die schnell schaltenden Impulsladeventile, die jedem Zylinder zugeordnet sind,  
20 werden während des ersten Abschnitts der Ansaugsequenz geschlossen, so dass sich ein hoher Unterdruck aufbauen kann. Nach zirka der Hälfte der Ansaugsequenz wird das Impulslade- ventil - der schnell schaltende Querschnittschalter - schlag-  
25 artig geöffnet, so dass der während des ersten Abschnitts der Ansaugsequenz erzeugte Unterdruck im Zylinder eine sehr hohe Einströmgeschwindigkeit des angesaugten Luft/Kraftstoff- Gemisches erzeugt. Die sehr schnell in den Brennraum des Zy- linders der Brennkraftmaschine einströmende Einlassluftsäule  
30 führt in dem Bereich kleinerer und mittlerer Drehzahlen der Brennkraftmaschine zu deutlichen Aufladeeffekten aufgrund der besseren Füllungscharakteristik des jeweiligen Brennraums.

Strenge gesetzliche Vorschriften bezüglich der Emissionen,  
35 insbesondere der Abgasemissionen, von Kraftfahrzeugen erfor- dern, dass diese möglichst in allen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine gering gehalten werden. Insbesondere beim

Start der Brennkraftmaschine werden grundsätzlich sehr hohe Emissionen erzeugt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Brennkraftmaschine noch nicht ihre Betriebstemperatur erreicht hat und sich so Kraftstoff an der Wandung des Saugrohrs und/oder den Zylinderinnenwänden ablagert. Dies hat zur Folge, dass ein gewünschtes Luft/Kraftstoff-Verhältnis in den Zylinder gegebenenfalls fehlerhaft eingestellt wird, was zu erhöhten Abgasemissionen führen kann. Darüber hinaus verdunstet der eingespritzte Kraftstoff vor dem Erreichen der Betriebstemperatur schlechter, was ebenfalls zu einem verschlechterten Verbrennungsprozess mit der Folge erhöhter Abgasemissionen, so NOX-, CO- und CH-Emissionen, führen kann. Dies betrifft sowohl Brennkraftmaschinen mit Einspritzventilen, die an den Saugrohren angeordnet sind und den Kraftstoff in die Saugrohre zumessen als auch Brennkraftmaschinen, bei denen die Einspritzventile im Zylinderkopf angeordnet sind und den Kraftstoff direkt in den Brennraum des Zylinders zumessen.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine zu schaffen, mit dem Schadstoffemissionen verringert werden.

Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung zeichnet sich aus durch ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einem Sammler, von dem ein Saugrohr hin zu einem Einlass eines Zylinders der Brennkraftmaschine geführt ist, ein Gaseinlassventil, das an dem Einlass des Zylinders angeordnet ist, ein Impulsladeventil, das stromaufwärts des Gaseinlassventils in dem Saugrohr angeordnet ist und abhängig von seiner Schaltstellung das Saugrohr freigibt oder verschließt, und einem Einspritzventil, mit dem Kraftstoff zugemessen wird. Die zeitliche Lage der Einspritzzeitdauer des Kraft-

stoff wird abhängig von einem Zeitpunkt einer Änderung der Schaltstellung des Impulsladeventils eingestellt.

Durch das Koppeln der zeitlichen Lage der Einspritzzeitdauer  
5 des Kraftstoffs an den Zeitpunkt der Änderung der Schaltstellung des Impulsladeventils kann sichergestellt werden, dass während des Zumessens des Kraftstoffs eine hohe Strömungsgeschwindigkeit der Luft herrscht und so einfach eine gute Aufbereitung des Luft/Kraftstoff-Gemisches erreichbar ist, wo-  
10 durch die Emissionen verringert werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die zeitliche Lage der Einspritzzeitdauer so gewählt, dass während der Einspritzzeitdauer die Strömungsgeschwindigkeit der  
15 Luft ihr Maximum erreicht. Dies hat den Vorteil, dass eine besonders gute Gemischaufbereitung erreichbar ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der Zeitpunkt des Steuerns des Impulsladeventils in seine Offenstellung während des Ansaugtaktes so gewählt, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Luft einen vorgegebenen Wert erreicht. Dies hat den Vorteil, dass die Güte der Gemischaufbereitung einfach einstellbar ist.  
20

25 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der Zeitpunkt des Steuerns des Impulsladeventils in seine Schließstellung von seiner Offenstellung während des Ansaugtaktes so gewählt, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Luft im nachfolgenden Ansaugtakt einen vorgegebenen Wert erreicht. Dies hat den Vorteil, dass ebenfalls die Güte der Ge-  
30 mischaufbereitung einfach einstellbar ist und der Beginn der Zumessung des Kraftstoffs sehr bald nach dem Öffnen des Gas-einlassventils erfolgen kann.

35 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung hängt die zeitliche Lage der Einspritzzeitdauer des Kraft-  
stoffs lediglich in einem Betriebszustand des Warmlaufs der

Brennkraftmaschine ab von einem Zeitpunkt einer Änderung der Schaltstellung des Impulsladeventils. Dies hat den Vorteil, dass so der Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine gering gehalten werden kann, ohne eine wesentliche Zunahme an Emissionen in Kauf nehmen zu müssen, da außerhalb des Betriebszustands des Warmlaufs in der Regel eine ausreichend gute Gemischaufbereitung und Kraftstoffverdampfung gewährleistet ist und dann das Impulsladeventil außerhalb des Warmlaufs so gesteuert werden kann, dass die Brennkraftmaschine einen hohen Wirkungsgrad hat. Der Betriebszustand des Warmlaufs ist vorzugsweise dadurch charakterisiert, dass eine Kühlmitteltemperatur und/oder eine Öltemperatur kleiner sind als vorgegebene Schwellenwerte und/oder die Zeit seit dem Start der Brennkraftmaschine kleiner ist als ein vorgegebener weiterer Schwellenwert.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Brennkraftmaschine mit einer Steuereinrichtung,

Figur 2a, 2b ein Ablaufdiagramm einer ersten Ausführungsform eines Programms zum Steuern der Brennkraftmaschine,

Figur 3a, 3b ein weiteres Ablaufdiagramm einer weiteren Ausführungsform eines Programms zum Steuern der Brennkraftmaschine, und

Figur 4 Verläufe des Ventilhubs der Gaseinlass- und Gasauslassventile, der Schaltstellung eines Impulsladeventils aufgetragen über den Kurbelwellenwinkel und den zeitlichen Verlauf der Zumessung von Kraftstoff.

35

Elemente gleicher Konstruktion und Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

- Eine Brennkraftmaschine (Figur 1) umfasst einen Ansaugtrakt 1, einen Motorblock 2, einen Zylinderkopf 3 und einen Abgas- trakt 4. Der Ansaugtrakt umfasst vorzugsweise eine Drossel- klappe 11, ferner einen Sammler 12 und ein Saugrohr 13, das 5 hin zu einem Zylinder Z1 über einen Einlasskanal in den Mo- torblock geführt ist. Der Motorblock umfasst ferner eine Kur- belwelle 21, welche über eine Pleuelstange 25 mit dem Kolben 24 des Zylinders Z1 gekoppelt ist.
- 10 Der Zylinderkopf 3 umfasst einen Ventiltrieb mit einem Ein- lassventil 30, einem Auslassventil 31 und Ventilantrieben 32, 33. Der Antrieb des Gaseinlassventils 30 und des Gasauslass- ventils 31 erfolgt dabei mittels einer Nockenwelle.
- 15 Der Zylinderkopf 3 umfasst ferner ein Einspritzventil 34 und eine Zündkerze 35. Alternativ kann das Einspritzventil 34 auch in dem Ansaugkanal angeordnet sein.

Der Abgastrakt 4 umfasst eine Katalysator 40.

- 20 In dem Saugrohr 13 ist ferner ein Impulsladeventil 18 ange- ordnet, das in einer Schaltstellung S, der Offenstellung OP, den Querschnitt des Saugrohrs 13 freigibt und in einer weiteren Schaltstellung S, der Schließstellung CL, den Quer- schnitt des Saugrohrs 13 verschließt.

- Ferner ist eine Steuereinrichtung 6 vorgesehen, der Sensoren zugeordnet sind, die verschiedene Messgrößen erfassen und je- weils den Messwert der Messgröße ermitteln. Die Steuerein- 30 richtung 6 ermittelt abhängig von mindestens einer der Mess- größen Stellgrößen, die dann in ein oder mehrere Stellsignale zum Steuern der Stellglieder mittels entsprechender Stellan- trieben umgesetzt werden.
- 35 Die Sensoren sind ein Pedalstellungsgeber 71, welcher die Stellung eines Fahrpedals 7 erfassst, ein Luftmassenmesser 14, welcher einen Luftmassenstrom stromaufwärts der Drosselklappe

11 erfasst, ein Temperatursensor 15, welcher die Ansauglufttemperatur erfasst, ein Drucksensor 16, welcher den Saugrohrdruck erfasst, ein Kurbelwellenwinkelsensor 22, welcher einen Kurbelwellenwinkel CRK erfasst, ein weiterer Temperatursensor 5 23, welcher eine Kühlmitteltemperatur TCO erfasst, noch ein Temperatursensor 28, der eine Öltemperatur TOIL erfasst, ein Nockenwellenwinkelsensor 36, welcher den Nockenwellenwinkel erfasst und eine Sauerstoffsonde 41 welche einen Restsauerstoffgehalt des Abgases erfasst. Je nach Ausführungsform der 10 Erfindung kann eine beliebige Untermenge der genannten Sensoren oder auch zusätzliche Sensoren vorhanden sein.

Die Stellglieder sind beispielsweise die Drosselklappe 11, die Gaseinlass- und Gasauslassventile 30, 31, das Einspritzventil 15 34, die Zündkerze 35, die Verstelleinrichtung 37 und das Impulsladeventil 18.

Neben dem Zylinder Z1 kann die Brennkraftmaschine auch noch weitere Zylinder Z2-Z4 umfassen, denen dann ebenfalls ent-20 sprechende Stellglieder zugeordnet sind.

Ein Programm zum Steuern der Brennkraftmaschine, das in der Steuereinrichtung 6 abgespeichert ist, wird beim Betrieb der Brennkraftmaschine abgearbeitet. Das Programm wird in einem 25 Schritt S1 (Figur 2a) gestartet, in dem gegebenenfalls Variablen initialisiert werden. Der Start erfolgt vorzugsweise unmittelbar nach dem Beginn des Motorstarts.

In einem Schritt S2 wird der Betriebszustand BZ der Brennkraftmaschine abhängig von der Kühlmitteltemperatur TCO 30 und/oder der Öltemperatur TOIL und/oder der Zeit seit der Zeitdauer T\_START seit dem Start der Brennkraftmaschine ermittelt.

35 Anschließend wird in einem Schritt S4 geprüft, ob der Betriebszustand BZ der Brennkraftmaschine der Warmlauf WL ist. Ist dies nicht der Fall, so wird das Programm in einem

Schritt S30 gestoppt. Ist die Bedingung des Schrittes S4 hingegen erfüllt, so wird in einem Schritt S6 ein erster Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP1 ermittelt, zu dem das Impulsladeventil 18 von seiner Schließstellung CL in seine Offenstellung OP gesteuert wird, während das Gaseinlassventil 30 den Einlass freigibt.

Der erste Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP1 ist entweder in einer einfachen Ausführungsform fest vorgegeben oder kann von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine abhängen. Er ist auf jeden Fall so gewählt, dass nach dem Wechsel der Schaltstellung S des Impulsladeventils 18 von seiner Schließstellung CL in die Offenstellung OP die Strömungsgeschwindigkeit der Luft einen vorgegebenen Wert erreicht. Dies ist vorzugsweise durch Versuche mit der Brennkraftmaschine vorab an einem Motorprüfstand ermittelt.

In einem Schritt S8 wird geprüft, ob der aktuelle Kurbelwellenwinkel CRK gleich ist dem ersten Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP1. Ist dies nicht der Fall, so verharrt das Programm für eine vorgegebene Wartezeitdauer T\_W in einem Schritt S10, bevor die Bedingung des Schrittes S8 erneut geprüft wird.

Ist die Bedingung des Schrittes S8 hingegen erfüllt, so wird in einem Schritt S12 das Impulsladeventil 18 in seine Offenstellung OP gesteuert. Anschließend wird in einem Schritt S14 ein zweiter Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP2 ermittelt, zu dem das Impulsladeventil wieder in seine Schließstellung CL gesteuert wird. Der zweite Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP2 kann fest vorgegeben sein oder auch abhängen von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine.

In einem Schritt S16 wird geprüft, ob der aktuelle Kurbelwellenwinkel CRK gleich ist dem zweiten Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP2. Ist dies nicht der Fall, so verharrt das Programm für die vorgegebene Wartezeitdauer T\_W in einem Schritt S20, bevor die Bedingung des Schrittes S16 erneut geprüft wird.

Ist die Bedingung des Schrittes S16 hingegen erfüllt, so wird in einem Schritt S18 das Impulsladeventil 18 in seine Schließstellung CL gesteuert. Anschließend wird die Bearbeitung, gegebenenfalls nach der Wartezeitdauer  $T_W$  erneut in 5 dem Schritt S2 fortgesetzt.

Im Anschluss an die Bearbeitung des Schrittes S6 wird parallel zu den Schritten S8 bis S18 die Bearbeitung in einem Schritt S22 fortgesetzt, in dem ein Zeitwert ermittelt wird, 10 der charakteristisch ist für die zeitliche Lage der Einspritzzeitdauer des Kraftstoffs. So wird in dem Schritt S22 beispielsweise der Zeitpunkt  $t_{INJ\_S}$  des Beginns der Einspritzung abhängig von dem ersten Kurbelwellenwinkel  $CRK\_IMP1$  ermittelt.

15 Alternativ kann jedoch auch das Ende oder ein beliebiger Zwischenwert der Einspritzung ermittelt werden. Der Zeitpunkt  $t_{INJ\_S}$  wird bevorzugt durch Kennlinien oder Kennfeldinterpolation ermittelt. Und zwar so, dass dann während der Einspritzung eine hohe Strömungsgeschwindigkeit der Luft herrscht, wodurch eine gute Gemischaufbereitung erreichbar 20 ist.

Insbesondere bei Brennkraftmaschinen mit Einspritzventilen, 25 die an den Saugrohren 13 angeordnet sind, ist es vorteilhaft, wenn der Zeitpunkt  $t_{INJ\_S}$  des Starts der Einspritzung so gewählt ist, dass bis zum Ende der Einspritzung eine ausreichend hohe Strömungsgeschwindigkeit der Luft herrscht und so auch die gesamte zugemessene Kraftstoffmenge in den Zylinder 30 der Brennkraftmaschine gelangen kann.

Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn der Zeitpunkt  $t_{INJ\_S}$  des Starts der Einspritzung so gewählt ist, dass während der Einspritzzeitdauer die Strömungsgeschwindigkeit der Luft ihr 35 Maximum erreicht. So ist eine sehr gute Gemischaufbereitung gewährleistet. Besonders einfach kann dies erreicht werden, wenn die Kennfeldwerte entsprechend gewählt sind, was durch

Versuche mit der Brennkraftmaschine an einem Motorprüfstand einfach ermittelt werden kann.

- In einem Schritt S24 wird anschließend geprüft, ob die aktuelle Zeit  $t$  gleich ist dem Zeitpunkt  $t_{INJ\_S}$  des Beginns der Einspritzung. Ist die Bedingung des Schrittes S24 nicht erfüllt, so wird sie erneut nach Ablauf der Wartezeitdauer  $T_W$  in dem Schritt S26 erneut geprüft. Ist die Bedingung des Schrittes S24 hingegen erfüllt, so wird in einem Schritt S28 das Einspritzventil 34 zum Zumessen von Kraftstoff angesteuert. Anschließend wird die Bearbeitung gegebenenfalls nach der vorgegebenen Wartezeitdauer  $T_W$  erneut in dem Schritt S2 fortgesetzt.
- 15 Eine alternative Ausführungsform des Programms zum Steuern der Brennkraftmaschine ist anhand des Ablaufdiagramms der Figuren 3a und 3b dargestellt. Anschließend an den Schritt S4 wird hier in einem Schritt S32 ein dritter Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP3 ermittelt. Der dritte Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP3 ist der Kurbelwellenwinkel, bei dem das Impulsladeventil 18 von seiner Offenstellung zu einer Schließsteuerung gesteuert wird und zwar noch während das Gaseinlassventil geöffnet ist. Dadurch wird dann in dem Bereich zwischen dem Impulsladeventil 18 und dem Gaseinlassventil 30 ein Unterdruck erzeugt, der dann bis zum erneuten Wechsel des Impulsladeventils 18 von seiner Schließposition CL in die Offenposition OP gespeichert wird.
- Der dritte Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP3 ist entweder fest vorgegeben oder wird abhängig von Betriebsgröße der Brennkraftmaschine durch Kennfeldinterpolation ermittelt. Er ist dabei so vorgegeben, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Luft im nachfolgenden Ansaugtakt einen vorgegebenen Wert erreicht.
- 35 In einem Schritt S34 wird geprüft, ob der aktuelle Kurbelwellenwinkel CRK gleich ist dem dritten Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP3. Ist dies nicht der Fall, so verharrt das Programm

10

für die vorgegebene Wartezeitdauer  $T_W$  in dem Schritt S36, bevor die Bedingung des Schrittes S34 erneut geprüft wird.

Ist die Bedingung des Schrittes S34 hingegen erfüllt, so wird in einem Schritt S38 das Impulsladeventil 18 in seine

5 Schließstellung CL gesteuert.

In einem Schritt S40 wird ein vierter Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP4 ermittelt. Der vierte Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP4 ist entweder fest vorgegeben oder hängt ab von Betriebsgrößen 10 der Brennkraftmaschine. In einem Schritt S42 wird geprüft, ob der aktuelle Kurbelwellenwinkel CRK gleich ist dem vierten Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP4. Ist dies nicht der Fall, so ver-harrt das Programm für die vorgegebene Wartezeitdauer  $T_W$  in einem Schritt S46, bevor die Bedingung des Schrittes S42 er-neut geprüft wird.

Ist die Bedingung des Schrittes S42 hingegen erfüllt, so wird das Impulsladeventil 18 in einem Schritt S44 in seine Offen-stellung OP gesteuert. Anschließend wird die Bearbeitung, ge-gebenenfalls nach der vorgegebenen Wartezeitdauer  $T_W$  erneut 20 in dem Schritt S2 fortgesetzt.

Im Anschluss an den Schritt S40 wird entsprechend der Ausfüh-rungsform gemäß Figur 2a und b parallel zu den Schritten S42 25 bis S46 die Bearbeitung in dem Schritt S48 fortgesetzt, in dem der Zeitpunkt  $t_{INJ\_S}$  des Beginns der Einspritzung ermit-telt wird und zwar abhängig von dem dritten und/oder dem vierten Kurbelwellenwinkel CRK\_IMP3, CRK\_IMP4. Dies erfolgt 30 so, dass während der Einspritzung eine hohe Einströmungsge-schwindigkeit der Luft herrscht.

Bevorzugt wird der Zeitpunkt  $t_{INJ\_S}$  des Beginns der Ein-spritzung so gewählt, dass während der Einspritzzeitdauer die Strömungsgeschwindigkeit der Luft ihr Maximum erreicht, wo-35 durch eine besonders gute Gemischaufbereitung aufgrund der hohen Dynamik der Strömung erreicht werden kann. Durch eine gute Gemischaufbereitung, d.h. einer feinen Zerstäubung der

Kraftstofftropfen und einer somit sehr homogenen Luft-Kraftstoff-Mischung werden auch während des Warmlaufs Wandablagerungen oder Ablagerungen des Kraftstoffs an den Zylinderinnenwänden des Zylinders Z1 stark verringert, was zu 5 einem kontrollierteren Ablauf des Verbrennungsprozesses führt und damit eine Senkung der Emissionen der Brennkraftmaschine bereits im Warmlauf zur Folge hat.

In einem Schritt S52 wird geprüft, ob die aktuelle Zeit 10 gleich ist dem Zeitpunkt  $t_{INJ\_S}$  des Beginns der Einspritzung. Ist dies nicht der Fall, so verharrt das Programm für die vorgegebene Wartezeitdauer  $T_W$  in dem Schritt S50. Ist die Bedingung des Schrittes S52 hingegen erfüllt, so wird in einem Schritt S54 das Einspritzventil zur Kraftstoffzumessung 15 angesteuert. Anschließend wird die Bearbeitung, gegebenenfalls nach der vorgegebenen Wartezeitdauer  $T_W$ , in dem Schritt S2 fortgesetzt.

Der Kurbelwellenwinkel des Steuerns des Impulsladevents in 20 seine Offenstellung OP oder in seine Schließstellung CL kann selbstverständlich auch als ein entsprechender Zeitpunkt ausgedrückt werden. Ebenso kann der Zeitpunkt  $t_{INJ\_S}$  des Beginns der Einspritzung in einem entsprechenden Kurbelwellenwinkel ausgedrückt werden.

25

In Figur 4 ist beispielhaft der Verlauf des Ventilhubs VL des Gasauslassventils 31, gekennzeichnet mit dem Bezugssymbol 91, und der Verlauf des Ventilhubs VL des Gaseinlassventils 30, gekennzeichnet mit der 92, aufgetragen über den Kurbelwellenwinkel CRK. Ferner ist die Schaltstellung S des Impulsladevents 18 aufgetragen über den Kurbelwellenwinkel. Ferner ist die Ansteuerung des Einspritzvents 34 aufgetragen über die dem Kurbelwellenwinkelverlauf CRK entsprechende Zeit 35 t. Der Beginn der Kraftstoffzumessung ist durch den Zeitpunkt  $t_{INJ\_S}$  gekennzeichnet.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einem Sammler (12), von dem ein Saugrohr (13) hin zu einem Einlass eines Zylinders (Z1 bis Z4) der Brennkraftmaschine geführt ist, ein Gaseinlassventil (30), das an dem Einlass des Zylinders (Z1 bis Z4) angeordnet ist, einem Impulsladeventil (18), das stromaufwärts des Gaseinlassventils (30) in dem Saugrohr (13) angeordnet ist und abhängig von seiner Schaltstellung (S) das Saugrohr (13) freigibt oder verschließt, und einem Einspritzventil (34), mit dem Kraftstoff zugemessen wird, dadurch gekennzeichnet, dass die zeitliche Lage der Einspritzzeitdauer des Kraftstoffs abhängig von einem Zeitpunkt einer Änderung der Schaltstellung (S) des Impulsladeventils (18) eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zeitliche Lage der Einspritzzeitdauer des Kraftstoffs so gewählt wird, dass während der Einspritzzeitdauer die Strömungsgeschwindigkeit der Luft ihr Maximum erreicht.
3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitpunkt des Steuerns des Impulsladeventils (18) in seine Offenstellung (OP) während des Ansaugtakts so gewählt wird, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Luft einen vorgegebenen Wert erreicht.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitpunkt des Steuerns des Impulsladeventils (18) in seine Schließstellung (CI) von seiner Offenstellung (OP) während des Ansaugtakts so gewählt wird, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Luft im nachfolgenden Ansaugtakt einen vorgegebenen Wert erreicht.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die zeitliche Lage der Einspritzzeitdauer des Kraftstoffs lediglich in einem Betriebszustand (BZ) des Warmlaufs der
- 5 Brennkraftmaschine abhängig von einem Zeitpunkt einer Änderung der Schaltstellung (S) des Impulsladevents (18) eingestellt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
- 10 dadurch gekennzeichnet, dass  
der Betriebszustand (BZ) des Warmlaufs (WL) eingenommen wird,  
wenn eine Kühlmitteltemperatur (TCO) und/oder eine Öltemperatur (TOIL) kleiner sind als vorgegebene Schwellenwerte  
und/oder die Zeit seit dem Start der Brennkraftmaschine kleiner ist als ein vorgegebener weiterer Schwellenwert.
- 15
7. Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einem Sammler (12), von dem ein Saugrohr (13) hin zu einem Einlass eines Zylinders (Z1 – Z4) der Brennkraftmaschine geführt ist,  
20 ein Gaseinlassventil (30), das an dem Einlass des Zylinders (Z1 – Z4) angeordnet ist, einem Impulsladeventil (18), das stromaufwärts des Gaseinlassventils (30) in dem Saugrohr (13) angeordnet ist und abhängig von seiner Schaltstellung (S) das Saugrohr (13) freigibt oder verschließt, und einem Einspritzventil (34), mit dem Kraftstoff zugemessen wird,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
Mittel vorgesehen sind, die die zeitliche Lage der Einspritzzeitdauer des Kraftstoffs abhängig von einem Zeitpunkt einer Änderung der Schaltstellung (S) des Impulsladevents (18)
- 25
- 30 einstellen.

1/4

FIG 1

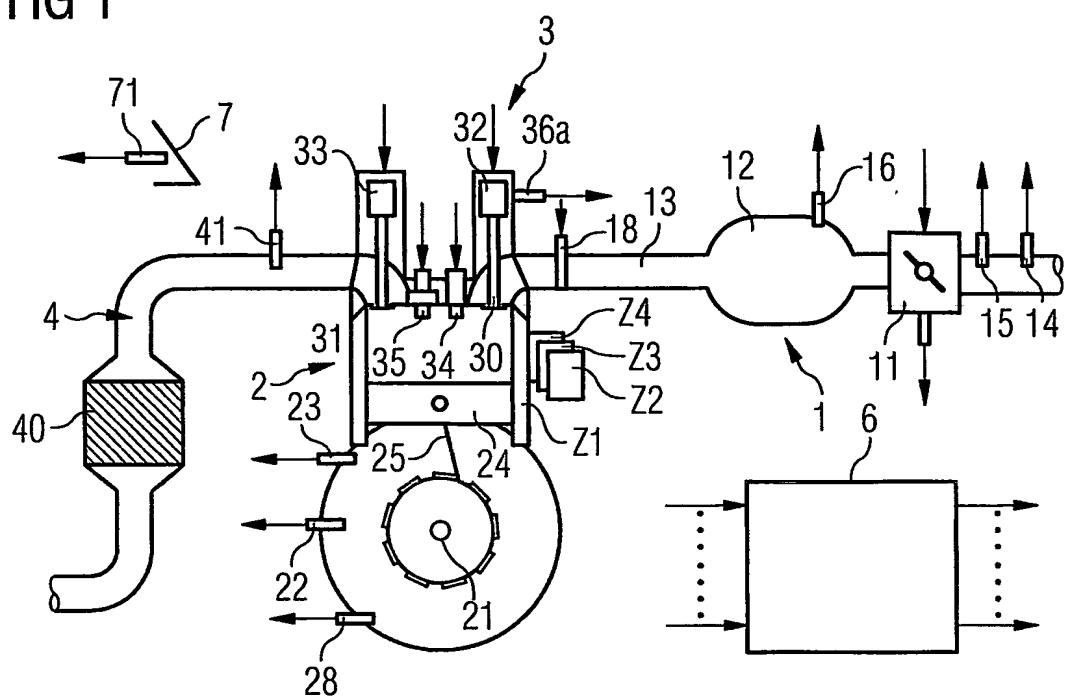
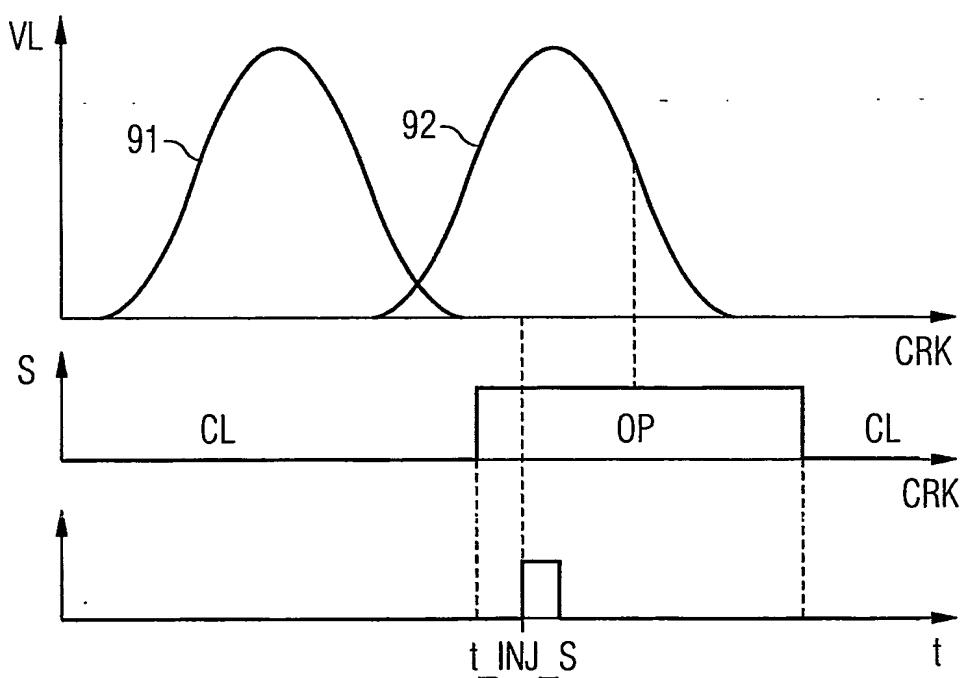
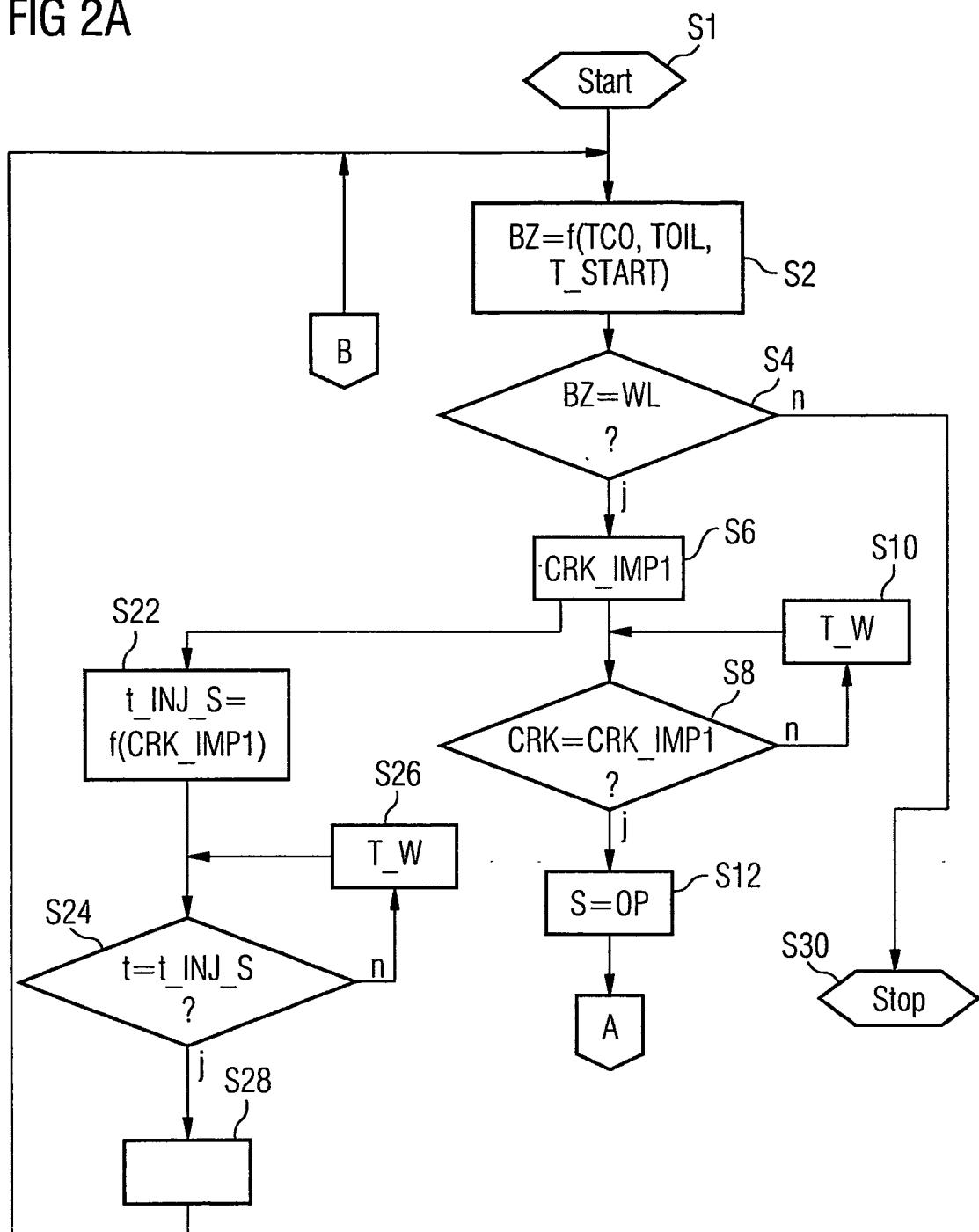


FIG 4



2/4

FIG 2A



3/4

FIG 2B

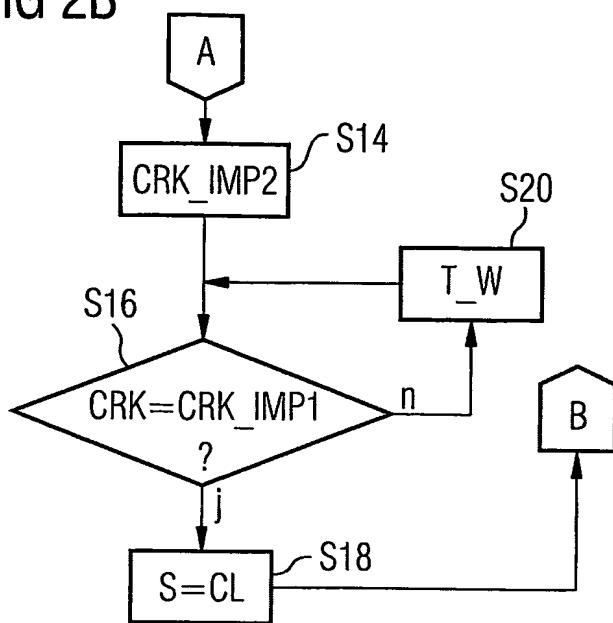
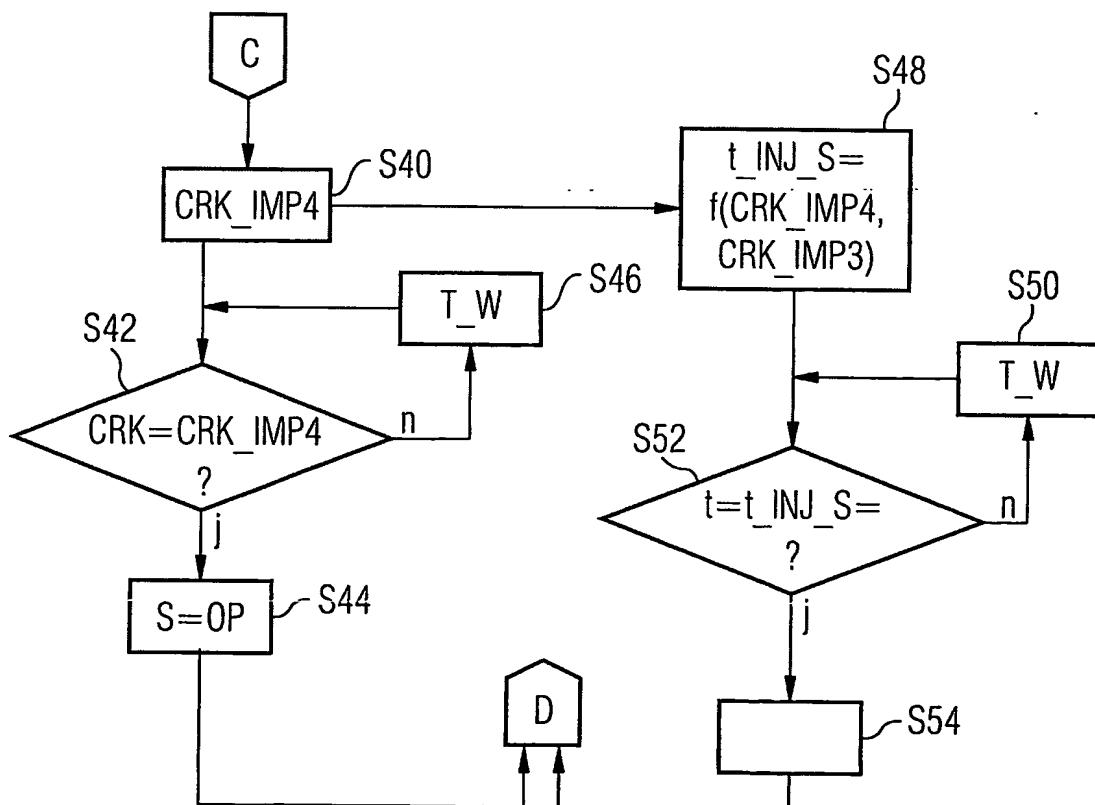
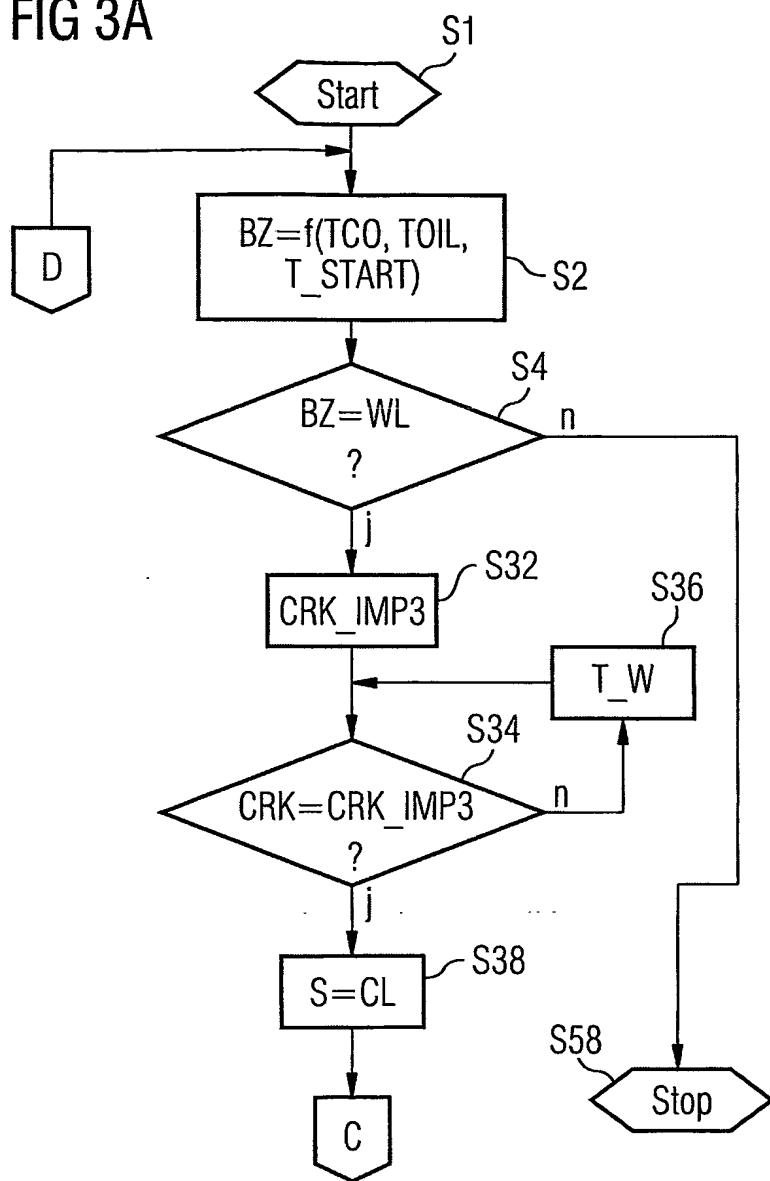


FIG 3B



4/4

FIG 3A



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International Application No

PCT/EP2004/052016

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 F02M21/02 F02B27/02 F02D29/02 F02D11/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 F02M F02B F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|----------|---|-----------------------|
| X        | US 5 671 708 A (KOJIMA SUSUMU ET AL)<br>30 September 1997 (1997-09-30)<br>column 8, line 19 – last line<br>column 29, line 33 – column 30, line 29<br>figures 1,2,42–45<br>-----<br>US 5 722 365 A (ICHINOSE HIROKI ET AL)<br>3 March 1998 (1998-03-03)<br>column 6, line 11<br>column 6, line 42 – line 45<br>figures 1,4<br>-----<br>US 5 823 163 A (HOSHI KOICHI)<br>20 October 1998 (1998-10-20)<br>column 2, line 38 – line 42<br>column 2, line 57 – line 60<br>----- | 1,7                   |
| X        |   | 1,7                   |
| A        |   | 1,7                   |

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

22 November 2004

Date of mailing of the International search report

02/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Vita, D

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/052016

| Patent document cited in search report |   | Publication date |  | Patent family member(s)  |  | Publication date   |
|--|---|------------------|--|--|--|--|
| US 5671708                             | A | 30-09-1997       |  | JP 3166546 B2<br>JP 8109836 A<br>JP 11287138 A<br>JP 3166758 B2<br>JP 11287134 A<br>JP 3186731 B2<br>JP 11287135 A<br>JP 11287136 A<br>JP 3201377 B2<br>JP 11287137 A<br>JP 3209036 B2<br>JP 8109837 A<br>US 5542388 A<br>US 5596957 A<br>US 5666919 A<br>US 5662088 A<br>US 5676102 A<br>US 5704324 A |  | 14-05-2001<br>30-04-1996<br>19-10-1999<br>14-05-2001<br>19-10-1999<br>11-07-2001<br>19-10-1999<br>19-10-1999<br>20-08-2001<br>19-10-1999<br>17-09-2001<br>30-04-1996<br>06-08-1996<br>28-01-1997<br>16-09-1997<br>02-09-1997<br>14-10-1997<br>06-01-1998 |
| US 5722365                             | A | 03-03-1998       |  | JP 3119115 B2<br>JP 8326579 A  |  | 18-12-2000<br>10-12-1996   |
| US 5823163                             | A | 20-10-1998       |  | JP 3427612 B2<br>JP 9264148 A<br>DE 69705883 D1<br>DE 69705883 T2<br>EP 0798455 A2   |  | 22-07-2003<br>07-10-1997<br>06-09-2001<br>29-11-2001<br>01-10-1997   |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/052016

| <b>A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b><br>IPK 7 F02M21/02 F02B27/02 F02D29/02 F02D11/08  |  |   |
|---|--|---|
| Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK   |  |   |
| <b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b><br>Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )<br>IPK 7 F02M F02B F02D   |  |   |
| Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen  |  |   |
| Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)<br><b>EPO-Internal</b>  |  |   |
| <b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>  |  |   |
| Kategorie*  | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr.  |
| X   | US 5 671 708 A (KOJIMA SUSUMU ET AL)<br>30. September 1997 (1997-09-30)<br>Spalte 8, Zeile 19 – letzte Zeile<br>Spalte 29, Zeile 33 – Spalte 30, Zeile 29<br>Abbildungen 1,2,42-45 | 1,7   |
| X   | US 5 722 365 A (ICHINOSE HIROKI ET AL)<br>3. März 1998 (1998-03-03)<br>Spalte 6, Zeile 11<br>Spalte 6, Zeile 42 – Zeile 45<br>Abbildungen 1,4                                      | 1,7   |
| A   | US 5 823 163 A (HOSHI KOICHI)<br>20. Oktober 1998 (1998-10-20)<br>Spalte 2, Zeile 38 – Zeile 42<br>Spalte 2, Zeile 57 – Zeile 60   | 1,7   |
| <input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  |  | <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie  |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist<br>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)<br>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>"P" Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist |  | *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist<br>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist<br>*&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |
| Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche   |  | Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts   |
| 22. November 2004   |  | 02/12/2004  |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,<br>Fax: (+31-70) 340-3016   |  | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>De Vita, D   |

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/052016

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument |   | Datum der Veröffentlichung |  | Mitglied(er) der Patentfamilie |  | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|----------------------------|--|--------------------------------|--|----------------------------|
| US 5671708                                      | A | 30-09-1997                 |  | JP 3166546 B2                  |  | 14-05-2001                 |
|   |   |                            |  | JP 8109836 A                   |  | 30-04-1996                 |
|   |   |                            |  | JP 11287138 A                  |  | 19-10-1999                 |
|   |   |                            |  | JP 3166758 B2                  |  | 14-05-2001                 |
|   |   |                            |  | JP 11287134 A                  |  | 19-10-1999                 |
|   |   |                            |  | JP 3186731 B2                  |  | 11-07-2001                 |
|   |   |                            |  | JP 11287135 A                  |  | 19-10-1999                 |
|   |   |                            |  | JP 11287136 A                  |  | 19-10-1999                 |
|   |   |                            |  | JP 3201377 B2                  |  | 20-08-2001                 |
|   |   |                            |  | JP 11287137 A                  |  | 19-10-1999                 |
|   |   |                            |  | JP 3209036 B2                  |  | 17-09-2001                 |
|   |   |                            |  | JP 8109837 A                   |  | 30-04-1996                 |
|   |   |                            |  | US 5542388 A                   |  | 06-08-1996                 |
|   |   |                            |  | US 5596957 A                   |  | 28-01-1997                 |
|   |   |                            |  | US 5666919 A                   |  | 16-09-1997                 |
|   |   |                            |  | US 5662088 A                   |  | 02-09-1997                 |
|   |   |                            |  | US 5676102 A                   |  | 14-10-1997                 |
|   |   |                            |  | US 5704324 A                   |  | 06-01-1998                 |
| US 5722365                                      | A | 03-03-1998                 |  | JP 3119115 B2                  |  | 18-12-2000                 |
|   |   |                            |  | JP 8326579 A                   |  | 10-12-1996                 |
| US 5823163                                      | A | 20-10-1998                 |  | JP 3427612 B2                  |  | 22-07-2003                 |
|   |   |                            |  | JP 9264148 A                   |  | 07-10-1997                 |
|   |   |                            |  | DE 69705883 D1                 |  | 06-09-2001                 |
|   |   |                            |  | DE 69705883 T2                 |  | 29-11-2001                 |
|   |   |                            |  | EP 0798455 A2                  |  | 01-10-1997                 |